

(12) NACH DEM VERG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

10/529527

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. April 2004 (22.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/034272 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G06F 15/167

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011087

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. Oktober 2003 (07.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 46 732.3 7. Oktober 2002 (07.10.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): OCE PRINTING SYSTEMS GMBH [DE/DE];
Siemensallee 2, 85586 Poing (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): UMLAUF, Jens

[DE/DE]; Friedrichstr. 17, 86415 Mering (DE). FERTL,
Christian [DE/DE]; Ulmenstr. 11, 83539 Pfaffing
(DE). WALLIS, Christian [DE/DE]; Wilhelm-Riehl-Str.
19, 80687 München (DE). KATTERLOHER, Rainer
[DE/DE]; Mozarting 4, 84405 Dorfen (DE). AN-
DRESEN, Hermann [DE/DE]; Am Hohlweg 14, 84431
Heldenstein (DE). PILSL, Stephan [DE/DE]; Taradeauer
Str. 12a, 85244 Röhrmoos (DE).

(74) Anwälte: SCHAUMBURG, Karl-Heinz usw.; Postfach
86 07 48, 81634 München (DE).

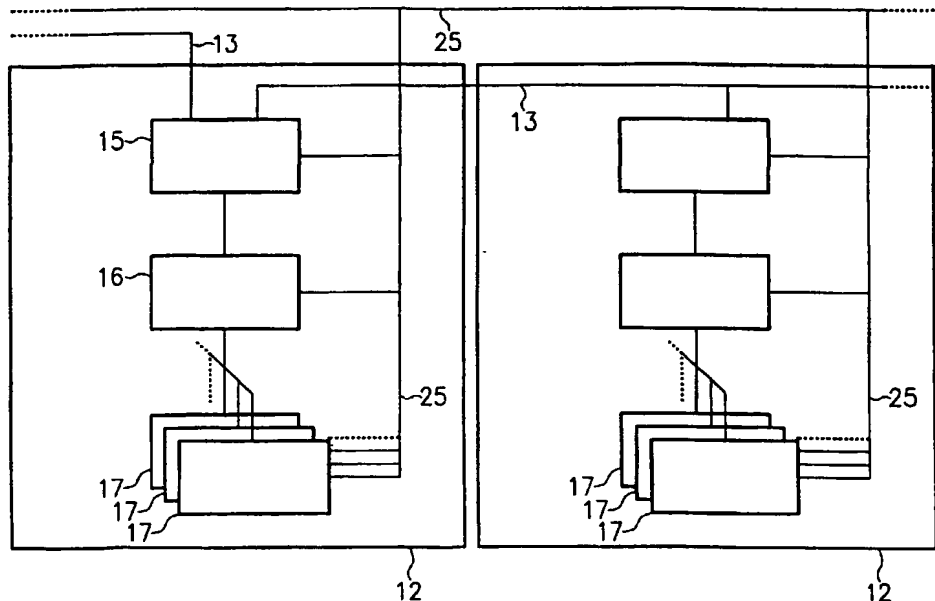
(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TRANSMITTING MESSAGES OVER A DATA NETWORK

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM SENDEN VON NACHRICHTEN ÜBER EIN DATENNETZ-
WERK



(57) Abstract: The invention relates to a method for transmitting messages over a data network, whereby a communication task is used which is implemented on each microcontroller and determines, on the basis of a routing table, which communication system it must use to forward the message to which adjacent microcontroller. A dual-ported RAM is provided between two microcontrollers as a communication system. Said method enables the use of a non-homogeneous data network for implementing control tasks in real time.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Übertragen von Nachrichten über ein Datennetzwerk, bei welchem eine Kommunikationstask eingesetzt wird, die auf einem jeden Mikrokontroller implementiert ist und die anhand einer Routing-Tabelle feststellt, mit welchem Kommunikationssystem sie die Nachricht an welchem benachbarten Mikrokontroller weiterleiten muss. Zwischen zwei Mikrocontrollern ist ein Dual-Ported RAM als Kommunikationssystem vorgesehen. Dieses Verfahren erlaubt die Verwendung eines inhomogenen Datennetzwerkes zur Ausführung von Steueraufgaben in Echtzeit.

5 Verfahren und Vorrichtung zum Senden von Nachrichten über ein Datennetzwerk

10 Lokale Datennetzwerke mit mehreren Mikrokontrollern werden oftmals in Maschinen, wie zum Beispiel Druckern oder Koppiervorrichtungen, vorgesehen, bei welchen die einzelnen Module der Maschinen jeweils von einem oder mehreren Mikrokontrollern gesteuert werden und die Mikrokontroller alle Module über ein solches Datennetzwerk kommunizieren.

15 Diese Datennetzwerke beruhen oftmals auf dem CAN-Bus. Der CAN-Bus bzw. das entsprechende Protokoll ist in CAN Controller Error Network, Grundlage und Praxis, 2. Auflage, 1997, (ISBN 3-7785-2575-1) ausführlich erläutert. Ein CAN-Bus ist ein serieller Datenbus, der üblicherweise mit einer differentiellen Zwei-Draht-Leitung realisiert wird.

20 Die Nachrichten werden in sogenannten CAN-Telegrammen bzw. CAN-Frames übertragen. Ein solches CAN-Datentelegramm umfasst ein Startbit, einen 11 Bit umfassenden Identifier, weitere sieben Steuerbits, 0 - 8 Datenbytes und weitere Steuerbits, die auf die Datenbytes folgen. Der Aufbau eines CAN-Datentelegrammes kann sich je nach Spezifikation unterscheiden; so gibt es eine CAN-Spezifikation 2.0A und eine CAN-Spezifikation 2.0B. Die Arbitrierung wird bitweise und steuerungsfrei ausgeführt. Das bedeutet, dass der

30 Sender, der sich im Datenbus gegenüber anderen Sendern aufgrund seiner Priorität durchsetzt, sein Telegramm nicht erneut senden muss. Zum Arbitrieren werden die von den Datenbytes vorgesehenen Steuerbits verwendet, wobei die Arbitrierung im wesentlichen durch die Bits der Identifier erfolgt.

35

Eine Weiterentwicklung des CAN-Busses wird als Pelican bezeichnet, die gegenüber den herkömmlichen CAN-Bus mit weiteren Dienstmerkmalen ausgestattet ist. Von der Firma Philips wird ein stand-alone CAN-Controller mit der Bezeichnung SJA 1000 angeboten, der das CAN 2.0B-Protokoll vollständig unterstützt und zusätzlich im Pelican-Modus betrieben werden kann. Dieser Controller ist im Datasheet vom 4. Januar 2000 ausführlich beschrieben.

- 10 Aus der US-A-4,737,907 geht eine von mehreren Prozessoren gesteuerte Maschine hervor, wobei einer der Prozessoren ein Master-Prozessor ist und die weiteren Prozessoren vom Master-Prozessor angesteuert werden, um bestimmte Aktionen auszuüben. Mittels einer Lochscheibe werden Taktsignale erzeugt, die allen Prozessoren zugeführt werden. Der Master-Prozessor kann deshalb an einen weiteren Prozessor einen Befehl schicken und diesen Befehl mit einer Verzögerungszeit kombinieren, so dass dieser weitere Mikrokontroller den Befehl erst nach Ablauf der Verzögerungszeit ausführt. Die Verzögerungszeit wird in einer bestimmten Anzahl von Takten angegeben. Durch die Verwendung der Takte muss der Master-Prozessor seine jeweiligen Befehle zur Ausführung der Aktionen nicht immer zu dem Zeitpunkt an die weiteren Mikrokontroller abgeben, zu welchen die Befehle ausgeführt werden sollen, sondern kann die jeweiligen Befehle frühzeitig absenden und sich nach dem Absenden der Befehle um andere Aktionen kümmern. Hierdurch wird der Master-Prozessor entlastet.
- 30 Würde die Kommunikation zwischen dem Master-Prozessor und den weiteren Prozessoren über ein Datennetzwerk ausgeführt werden, bei welchem die Laufzeiten zum Übertragen von Nachrichten variieren können und insbesondere von der Beanspruchung des Datennetzwerkes abhängen, können die einzelnen Aktionen nicht zu einem exakt vorbestimmten Zeitpunkt ausgeführt werden, da dieser Zeitpunkt von der Über-

tragungszeit der einzelnen Nachrichten beeinträchtigt werden würde.

5 In der US-A-3,614,745 ist eine Hardware-Schaltung gezeigt, in der verschiedene Prozessorbausteine miteinander kommunizieren können.

Aus der DE 100 59 270 A1 geht ein lokales Netzwerk zum Steuern mehrerer Prozessoren und Steuerkarten an einer
10 Druckmaschine hervor. Die einzelnen Prozesse an den Steuerkarten werden mit Hilfe eines zentral erzeugten Systemtraktes, der über eine freie Leitung zu den einzelnen Steuerkarten übertragen wird, synchronisiert. Die einzelnen Aktionen werden von den Steuerkarten in Abhängigkeit
15 von einer Winkelstellung der Maschine ausgelöst, wobei den Steuerkarten eine bestimmte Winkelstellung, die Drehgeschwindigkeit und die Beschleunigung zu einem bestimmten Zeitpunkt übermittelt wird, woraus dann andere Winkelstellungen extrapoliert werden.

20

Aus der US 5,313,620 geht ein Mehrprozessorsystem hervor, bei welchem mehrere autonome Prozessoren den gleichen Adressbereich eines Speichers benutzen.

25 Die DE 198 22 146 A1 beschreibt eine Vorrichtung zur Kommunikation zwischen einer Vielzahl von elektrischen Komponenten, wie zum Beispiel Sensoren, Aktuatoren oder Anzeigen. Diese Vorrichtung umfasst einen Master und eine Anzahl von Slaves entsprechend der Anzahl der elektrischen
30 Komponenten, die über eine bidirektionale Schnittstelle miteinander verbunden sind. Der Master erzeugt die Synchronisationsimpulse, Taktsignale und Sendeimpulse, wobei ein Synchronisationsimpuls jeweils ein Zyklus einleitet, in dem eine bestimmte Anzahl von Taktsignalen auf die bi-
35 direktionale Schnittstelle geschaltet werden.

Aus der DE 199 20 992 A1 geht ein Verfahren hervor, mit welchem zwei Prozessoren auf eine gemeinsame Speichereinrichtung zugreifen können, die ein Dual-Ported RAM ist, wobei keine Arbitrierungslogik notwendig ist. Hierzu wird
5 eine im Dual-Ported RAM gespeicherte Information n-mal ausgelesen und anschließend verglichen. Sind die n ermittelten Informationen identisch, so ist die ausgelesene Information korrekt. Ansonsten muss der Lesevorgang wiederholt werden.

10

Aus der DE 199 28 930 A1 geht eine Routing-Vorrichtung zur Kopplung verschiedener Telekommunikationsnetzwerke mit unterschiedlichen Protokollen und unterschiedlichen Übertragungseigenschaften hervor. Insbesondere sollen mit dieser
15 Vorrichtung schmalbandige militärische Sondernetze an breitbandige zivile Netze und/oder andere schmalbandige militärische Sondernetze gekoppelt werden. Router erlauben Netze mit unterschiedlichen Netzprotokollen zu verbinden. Router ermitteln anhand der Adresse eines Datenpaketes,
20 welcher Router oder welche Workstation das Paket als nächstes erhalten soll. Basierend auf einer Routing-Tabelle stellen Router sicher, dass die Pakete auf möglichst effizientem Weg ihr Ziel erreichen. Wenn eine Verbindung zwischen zwei Routern gestört ist, kann der sendende Router einen alternativen Weg ermitteln, um den Verkehrsfluss aufrecht zu erhalten.
25

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Senden von Nachrichten in einem lokalen, mehrere Mikrokontroller aufweisenden Datennetzwerk zu schaffen, wobei
30 das Datennetzwerk aus Netzwerkabschnitten zusammengesetzt sind, die auf unterschiedlichen Übertragungsprotokollen beruhen.

35 Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen enthalten.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren ist an jedem Mikro-
5 kontrolller eine Kommunikationstask vorgesehen, die auf eine Routing-Tabelle zugreift, in der in Abhängigkeit von dem Mikrokontroller, an dem eine Nachricht übermittelt werden soll, angegeben ist, zu welchem benachbarten Mikrokontroller sie weiterzuleiten ist, so dass dieser benach-
10 barte Mikrokontroller wiederum mit einer entsprechenden Kommunikationstask die Nachricht mittels einer entsprechenden Routing-Tabelle an einen weiteren benachbarten Mikrokontroller weiterleiten kann, bis sie den endgültigen Empfänger erreicht.

15 Da erfindungsgemäß zumindest zwischen zwei der Mikrokontroller des Datennetzwerkes als Kommunikationssystem ein Dual-Ported RAM angeordnet ist, können zwischen diesen beiden Mikrocontrollern zum einen größere Mengen Daten
20 sehr schnell ausgetauscht werden und zum anderen im Austausch der Daten diese zwischengepuffert werden, so dass auch ein zeitverzögertes Lesen der Daten möglich ist.

Die erfindungsgemäße Kombination bestehend aus dem Dual-
25 Ported RAM und dem Vorsehen von Kommunikationstasks, die Nachrichten mittels einer Routing-Tabelle übertragen, schafft ein einfaches, flexibles und dennoch schnelles Datennetzwerk, das besonders zum Steuern von Vorrichtungen wie zum Beispiel Drucker, geeignet ist.

30 Bei der Weiterbildung nach Anspruch 4 werden über eine parallel zum Datennetzwerk ausgebildete Taktleitung Taktsignale an alle mit dem Datennetzwerk verbundene Mikrokontroller übermittelt, wobei die Mikrokontroller jeweils
35 Zähler aufweisen, mit welchen sie die Taktrate zählen und die Zähler synchronisiert werden, so dass in allen Zählern der Mikrokontroller jeweils die gleichen Taktwerte gezählt

werden. Diese Zähler stellen somit exakt synchronisierte Uhren dar und Steuerungsbefehle werden mit einer Ausführungszeit in Form eines Zählerwertes versehen, so dass sie zu einer exakt bestimmten Zeit ausgeführt werden.

5

Hierdurch wird die Ausführung bestimmter Aktionen zu bestimmten Zeitpunkten ausgeführt und es ist somit unabhängig von der Laufzeit, die die Befehle über das Datennetzwerk benötigen.

10

Die Erfindung ist insbesondere zur Anwendung in einem Druck- oder Kopiergerät vorgesehen.

15

Die Erfindung wird nachfolgend beispielhaft anhand der Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen schematisch:

20

Fig. 1 einen Einzelblattdrucker mit einer Steuereinrichtung, bei dem das erfindungsgemäße Verfahren angewendet wird,

Fig. 2 ein Steuermodul in einem Blockschaltbild,

Fig. 3 schematisch die Funktionsweise eines im Steuermodul aus Figur 2 enthaltenen Dual-Ported RAM,

25

Fig. 4 eine Steuereinrichtung mit mehreren Mikrokontrollermodulen,

Fig. 5 einen Ausschnitt der Steuereinrichtung aus Figur 4 mit zwei Steuermodulen gemäß Figur 2,

Fig. 6 eine Tabelle, in der die ID-Nummern einzelner Mikrokontroller einer Steuereinrichtung für einen Drucker eingegeben sind,

30

Fig. 7 eine Routing-Tabelle.

35

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Senden von Nachrichten über ein solches Datennetzwerk werden in einer Steuereinrichtung eines Einzelblattdruckers 1 eingesetzt (Fig. 1).

Der Einzelblattdrucker 1 weist einen Papiereingabeschacht 2 und eine Einrichtung (nicht dargestellt) zum Vereinzeln der darin gestapelten Papierbögen auf. Die Papierbögen werden entlang eines Transportweges 3 vom Papiereingabeschacht 2 zu einem Druckwerk 4 und einem Ausgabeschacht 5 befördert.

Der Transportweg ist durch eine Vielzahl Walzenpaare 6 (in Figur 1 ist lediglich zur Vereinfachung der Darstellung ein einzelnes Paar gezeigt) und korrespondierende Führungseinrichtungen ausgebildet. Das Druckwerk 4 weist zwei Druckwalzen 7 und eine Farbauftragungswalze 8 auf. Bei elektrofotografisch arbeitenden Druckwerken 4 wird die Farbauftragungswalze 8 mittels einer Belichtungseinheit (nicht dargestellt) belichtet, so dass sie an den belichteten/nichtbelichteten Stellen Farbpartikel aufnimmt. Die Farbpartikel werden von einem entsprechenden Vorratsbehälter 9 über eine Zuführleitung 10 und ein ansteuerbares Ventil 11 der Farbauftragungswalze 8 zugeführt.

20

Der Drucker 1 weist eine Steuereinrichtung auf, die aus mehreren Steuermodulen 12 zum Ansteuern des Papiereingabeschachts 2, des Transportweges 3, des Druckwerkes 4, des Ausgabeschachtes 5, usw. ausgebildet sind. Diese Steuermodule 12 sind über ein Datennetzwerk 13 miteinander und mit einer zentralen Steuereinrichtung 14 verbunden.

25

Ein typisches Steuermodul 12 ist in Figur 2 schematisch dargestellt. Es weist fünf Mikrokontroller- bzw. Prozessorbaugruppen, nämlich eine Verwaltungsbaugruppe 15, eine Echtzeitbaugruppe 16 und drei Steuerbaugruppen 17 auf. Die Steuerbaugruppen 17 besitzen jeweils vier Mikrokontroller bzw. Prozessoren 28, die innerhalb der Baugruppe 17 über einen CAN-Datenbus 18 miteinander verbunden sind. Einer der vier Mikrokontroller 28 der Steuerbaugruppen 17 bildet einen Bootmaster und die drei weiteren Mikrokontroller 28, die Satelliten, sind beim Boot-Vorgang dem Bootmaster un-

30

35

tergeordnet. Der Bootmaster ist typischerweise ein C167-Mikrokontroller von Infineon. Die weiteren Mikrokontroller sind typischerweise C164-Mikrokontroller von Infineon. Die Steuerbaugruppen 17 sind untereinander und mit der Echtzeitbaugruppe 16 über den CAN-Bus 18 verbunden. Die Echtzeitbaugruppe 16 weist einen einzigen Mikrokontroller 28 auf, der typischerweise ein C167-Mikrokontroller von der Firma Infineon ist.

- 10 Die Echtzeitbaugruppe 16 ist mit der Verwaltungsbaugruppe 15 über einen Dual-Ported RAM 19 verbunden. Der Dual-Ported RAM ist ein Speicherbaustein, der sowohl von der Echtzeitbaugruppe 16 als auch von der Verwaltungsbaugruppe 15 gelesen und beschrieben werden kann. Hierdurch können
- 15 diese beiden Baugruppen 15, 16 Daten austauschen, indem sie ihre Daten in dem Dual-Ported RAM 19 ablegen und die von der anderen Baugruppe abgelegten Daten auslesen. Ein solch ein Dual-Ported RAM 19 erlaubt zum einen einen sehr schnellen Austausch größerer Mengen von Daten und zum anderen werden beim Austausch der Daten diese zwischengepuffert, so dass auch ein zeitverzögertes Lesen der Daten möglich ist, ohne dass hierdurch Daten verloren gehen. Der Dual-Ported RAM 19 ist in zwei gleich große Speicherbereiche 20, 21 unterteilt (Figur 3). Diese Speicherbereiche
- 20 20, 21 werden jeweils als Ringpuffer zur Kommunikation von der Echtzeitbaugruppe 16 zur Verwaltungsbaugruppe 15 bzw. zur Kommunikation von der Verwaltungsbaugruppe 15 zur Echtzeitbaugruppe 16 verwendet. Ein solcher Ringspeicherpuffer ist in Datenblöcke à 266 Byte unterteilt, wobei 10
- 25 10 Byte einen Header zur Verwaltung der Datenblöcke und 256 Byte als Datenbyte verwendet werden. Jeder Ringspeicherpuffer umfasst 2000 derartige Datenblöcke, die nach dem FIFO-Prinzip beschrieben und gelesen werden.
- 30
- 35 Die Verwaltungsbaugruppe 15 besitzt einen Anschluss zum CAN-Bus 18, über den mehrere Steuermodule 12 mit weiteren

Steuermodule oder einem weiteren Datennetzwerk auf der Basis des CAN-Busses verbunden werden können.

Figur 4 zeigt schematisch den Aufbau einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Steuereinrichtung für einen Drucker. Diese Steuereinrichtung ist modular aus mehreren Mikrokontrollermodulen ausgebildet, die über ein oder mehrere Datennetzwerke miteinander verbunden sind. Bei der Ausführungsform nach Figur 4 sind vier Mikrokontrollermodule vorgesehen, die gemäß dem in Figur 2 dargestellten Steuermodul 12 ausgebildet sind. Diese Steuermodule 12 sind über den CAN-Datenbus 18 zum Austausch von Nachrichten miteinander verbunden. An diesem CAN-Datenbus 18 ist ein weiteres Mikrokontrollermodul 22 angeschlossen, das einen anderen Aufbau besitzt, als die übrigen Steuermodule 12. An das Mikrokontrollermodul 22 sind weitere Mikrokontrollermodule 23 über einen Datenbus 24 angeschlossen. Der Datenbus 24 kann ein CAN-Datenbus sein. Es ist jedoch möglich, einen anderen Datenbustyp zu verwenden.

Zusätzlich zum Datennetzwerk ist eine Taktleitung 25 vorgesehen, die zu allen Mikrokontrollerbaugruppen 12, 22, 23 geführt wird und dort zu jedem einzelnen Mikrokontroller bzw. Prozessor verzweigt wird (Figur 5). In vorbestimmten Abständen sind in der Taktleitung Verstärker 26 angeordnet, die das in der Taktleitung anliegende Signal verstärken.

Eines der Steuermodule 12 stellt den Taktmaster dar, d.h. dessen Taktgeber 27 wird dazu verwendet, auf die Taktleitung 25 ein Taktsignal einzuspeisen. Bei der in Fig. 4 gezeigten Steuereinrichtung ist der Taktmaster das am linken Ende des Datennetzwerks angeordnete Steuermodul 12. Jeder Mikrokontroller besitzt einen Zähler mit einem Zähl-Register. Beim Hochfahren der Steuereinrichtung wird zunächst über das Datennetzwerk 13 die Kommunikation zwischen allen Mikrokontrollermodulen 12, 22 und 23 und zwi-

schen all deren Mikrokontrollern bzw. Prozessoren herge-
stellt. Danach werden die Zähl-Register aller Mikrokon-
troller initialisiert, d.h. auf 0 gesetzt, der in der Re-
gel Null ist. Dann melden alle Mikrokontroller an den
5 Taktmasten, dass deren Zähler initialisiert sind. Bei den
Steuermodulen 12 wird diese Meldung von der Verwaltungs-
baugruppe 15 ausgeführt. Erst danach beginnt der Taktmas-
ter das Taktsignal in die Taktleitung 25 einzuspeisen. Al-
le Mikrokontroller zählen mit ihrem jeweiligen mit der
10 Taktleitung verbundenen Zähler die Anzahl der von der
Taktleitung 25 empfangenen Takte. Da alle Zähler gleich-
zeitig mit dem gleichen Zählwert zum Zählen begonnen ha-
ben, sind sie exakt synchronisiert und enthalten ein exakt
synchronisiertes Zeitsignal. Es ist zweckmäßig, die Zähler
15 in regelmäßigen Abständen erneut zu synchronisieren, damit
Probleme durch den Überlauf der Zähler o.dgl. vermieden
werden. Hierzu wird das Taktsignal ausgeschaltet, alle
Zähler werden auf einen vorbestimmten Wert, vorzugsweise
auf 0, gestellt und sobald alle Zähler auf dem gleichen
20 Wert eingestellt sind, wird das Taktsignal erneut in die
Taktleitung eingespeist. Eine typische Taktrate für ein
solches Taktsignal ist zum Beispiel 100 kHz. Die Zähler
sind üblicherweise 32-bit-Zähler. Grundsätzlich ist es
auch möglich, 16-bit-Zähler oder Zähler mit einem größere
25 Register zu verwenden.

Durch die Verwendung des Taktsignales ist es möglich Echt-
zeitanwendungen an einer Steuereinrichtung auszuführen,
deren Mikrokontroller bzw. Steuermodule mit einem einfa-
30 chen, kostengünstigen Datenbus, wie zum Beispiel dem CAN-
Datenbus, verbunden sind, auf welchem keine exakte Über-
tragungszeit der einzelnen Nachrichten sichergestellt wer-
den kann. Der CAN-Datenbus ist ein einfacher, serieller
Datenbus mit differentieller Zwei-Draht-Leitung.

35

Bei der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung werden von der
zentralen Steuereinrichtung 14, die durch eines der Mikro-

kontrollermodule im Datennetzwerk 13 dargestellt wird, Steuerungsbefehle erzeugt und über das Datennetzwerk 13 an den entsprechenden Mikrokontroller übertragen. Diese Nachrichten bzw. Steuerungsbefehle können mit einer Zeitangabe in Form eines Zählerstandes versehen werden. Der entsprechende Mikrokontroller speichert diese Zeitangabe in einem Vergleichs-Register. Sobald der Zählerstand im Zähler-Register eintritt wird an diesem Mikrokontroller der entsprechende Befehl ausgeführt.

10

Bei der Steuerung des Transportes von Papierbögen ist es zum Beispiel notwendig, dass mehrere Walzenpaare zu exakt vorbestimmten Zeitpunkten angesteuert und deren Drehgeschwindigkeit synchron gesteigert wird. Für einen jeden

15

Motor zum Antreiben eines Walzenpaares ist jeweils ein Mikrokontroller vorgesehen. Die einzelnen Walzenpaare können somit individuell, aber zeitlich exakt synchronisiert angesteuert werden.

20

Der synchrone Zählerstand der einzelnen Zähler kann auch als Zeitsignal für bestimmte zeitlich kritische Informationen verwendet werden. Derartige Informationen sind zum Beispiel Sensordaten, die von an einen Mikrokontroller bzw. Mikrokontroller gekoppelten Sensor erzeugt werden,

25

Fehlermeldungen, die vom jeweiligen Mikrokontroller erzeugt werden, oder Tracedaten, die den Status der einzelnen Elemente der Druckvorrichtung beschreiben. Diese entsprechenden Informationen, wie Sensordaten, Fehlermeldungen oder Trace-Einträge werden zum Zeitpunkt ihrer Entstehung mit dem aktuellen Zeitsignal versehen, das als Zeitstempel bezeichnet wird. Hierdurch ist beim Weiterleiten dieser Nachrichten über das Datennetzwerk 13 für die weiteren Mikrokontrollermodule, insbesondere der zentralen Steuereinrichtung 14, der Entstehungszeitpunkt der Nachricht feststellbar. Somit kann bei der Analyse von Abläufen die zeitliche Abfolge der einzelnen Abläufe exakt rekonstruiert werden.

30

35

Bei derartigen komplexen Steuerungsaufgaben, wie in einem Drucker, tritt zunehmend das Problem auf, dass es an sich geeignete Teillösungen für bestimmte Teilaufgaben gibt,

5 die auf einem von einem Mikrokontroller gesteuerten System beruhen, das jedoch nicht zu dem vorhandenen Datennetzwerk kompatibel ist und deshalb nur sehr aufwendig integrierbar ist. Zudem ist es oftmals wünschenswert, einzelne Abschnitte eines Datennetzwerkes aus unterschiedlichen Datenbussen oder Datenübertragungssystemen auszubilden, wie zum Beispiel bei dem oben beschriebenen Steuermodul 12, bei welchem sowohl der CAN-Bus 18 als auch der Dual-Ported RAM 19 abschnittsweise zum Übertragen von Daten verwendet werden.

15

Bei der oben beschriebenen Steuereinrichtung wird dieses Problem dadurch gelöst, dass auf jedem Mikrokontroller 28 eine Kommunikationstask vorhanden ist, die die Kommunikation zu den weiteren Mikrocontrollern steuert. Dieses Problem wird somit softwaretechnisch auf Taskebene gelöst.

20

Hierzu wird jedem Mikrokontroller 28 des Datennetzwerkes 13 eine bestimmte Identifikation (ID) zugeordnet. Bei dem Drucker 1 ist zum Beispiel die Identifikation aus folgenden Elementen „Bereich“, „Einheit“, „Baugruppe“ und „Mikrokontroller“ zusammengesetzt, wobei folgende Nomenklatur verwendet wird:

25

Bereich:	PI	= Papiereingabe (Paper Input)
	PU	= Druckeinheit (Print Unit)
	PO	= Papierausgabe (Paper Output)

30

Einheit:	_	= Taktmaster
	X_	= x ist die Nummer eines der weiteren Steuermodule

35

Baugruppe:	VW	= Verwaltungsbaugruppe
------------	----	------------------------

13

... RT = Echtzeitbaugruppe (Realtime-
Baugruppe)

SM_PCBx = Steuerungsbaugruppe mit der Nummer x

5 Mikrokontroller: Der Mikrokontroller muss nur angegeben
werden, wenn eine Baugruppe mehr als
einen Mikrokontroller hat.

_BM = Bootmaster

10 ..._SATx... = Satellit.Nr. x

In Figur 6 ist eine Tabelle mit den Identifikationen der
Mikrokontroller von vier Steuermodulen 12 für eine Papier-
eingabe angegeben, wobei ein Steuermodul die Aufgabe des
15 Taktmasters übernimmt und die drei weitere Steuermodule 12
ihre Zähler nach dem Taktsignal des Taktmasters synchroni-
sieren.

Diese vier Steuermodule 12 umfassen insgesamt 56 Mikrokon-
troller, die mittels der obigen Nomenklatur eindeutig i-
dentifiziert werden können.

In jeder Kommunikationstask ist eine Routing-Tabelle ent-
halten, mit Hilfe der die Übermittlung der Datennachrich-
ten über das Netzwerk ausgeführt wird.

Figur 7 zeigt einen Ausschnitt dieser Routing-Tabelle für
die Mikrokontroller der Papiereingabe gemäß der Tabelle
aus Figur 6. Diese Tabelle ist eine 57x57-Matrix, wobei
30 die Spalten jeweils einem Empfänger-Mikrokontroller und
die Reihen jeweils einem senden Mikrokontroller zugeordnet
sind. Die Identifikationen der sendenden Mikrokontroller
sind deshalb in der linken Spalte angegeben, die Identifi-
kationen der empfangenden Mikrokontroller sind in der o-
bersten Reihe angegeben. Die empfangenden Mikrokontroller
35 sind hierbei die Mikrokontroller, die endgültig die ent-
sprechende Nachricht empfangen sollen. Zudem ist der vir-

...tuelle Mikrokontrollernamen „cs_noexist_proc“ aufgeführt, dem alle fehlerhaften Identifikationen bei der Nachrichtenübertragung zugeordnet werden. In der Matrix selbst sind an jeder Stelle ein Wertepaar in geschweiften Klammern angegeben. Der erste Wert jeder Klammer enthält einen Ausdruck für den zur Übertragung zu verwendenden Typs des Übertragungssystems, wie zum Beispiel B_CAN für den CAN-Bus bzw. B_DPR für den Dual-Ported RAM. Der zweite Wert dieses Wertepaares enthält die Identifikation des jeweils benachbarten Mikrokontrollers, an den die Nachricht weitergeleitet werden muss, damit sie an den Empfänger-Mikrokontroller gelangen kann.

Erhält zum Beispiel die Kommunikationstask des Mikrokontrollers PE_SM_PCB1_BN, d.h. der Bootmaster der ersten Steuerbaugruppe 17 des Taktmasters, den Befehl, eine Nachricht an die Verwaltungsbaugruppe 15 des Taktmasters zu senden, so erkennt die Kommunikationstask anhand der Routing-Tabelle, dass die Nachricht über den CAN-Bus (B_CAN) an die Echtzeitbaugruppe 16 (PI_RT) des Taktmasters weiterzuleiten ist. An der Echtzeitbaugruppe 16 liest der entsprechende Mikrokontroller den endgültigen Empfänger der Datennachricht (PI_VW) aus und erkennt anhand der Routing-Tabelle, dass die Datennachricht über den Dual-Ported RAM (B_DPR) an die Verwaltungsbaugruppe (PI-VW) des Taktmasters weiterzuleiten ist. Die Kommunikationstask der einzelnen Baugruppen greifen zum Übertragen der Nachrichten auf die Befehle des jeweiligen Betriebssystems zurück, in welchem Befehle zur Weiterleitung der Informationen mittels der entsprechenden Übertragungssysteme enthalten sind. Falls im Betriebssystem kein entsprechenden Befehle vorhanden sind, müssen entsprechende Treiber eingesetzt werden.

Beim Empfang einer Nachricht durch die Kommunikationstask wird somit zunächst geprüft, welcher Mikrokontroller der endgültige Empfänger der Nachricht ist und dann mittels

der Routing-Tabelle ermittelt, an welchen benachbarten Mikrokontroller die Nachricht über welches Kommunikationssystem weitergeleitet werden muss. Anhand dieser Daten wird dann die Nachricht an den geeigneten benachbarten Mikrokontroller weitergeleitet. Dies wird mit der Nachricht so oft wiederholt ausgeführt, bis die Nachricht beim endgültigen Empfänger angekommen ist.

Durch das Vorsehen der Routing-Tabelle wird somit auf Taskebene eine Lösung geschaffen, dass Nachrichten über Datennetzwerke übermittelt werden, die abschnittsweise aus unterschiedlichen Übertragungssystemen ausgebildet sind. In den Betriebssystemen der einzelnen Mikrokontroller müssen lediglich die Kommunikationsbefehle zum Kommunizieren mit den benachbarten Mikrokontroller implementiert sein, was üblicherweise der Fall ist.

Grundsätzlich ist es nicht notwendig, dass in allen Kommunikationstask die vollständige Routing-Tabelle enthalten ist. Jede Task sollte zumindest die Reihe der Tabelle enthalten, deren Sender-Mikrokontroller der jeweilige Mikrokontroller der Kommunikationstask ist.

Das oben beschriebene Verfahren zum Übertragen von Daten-
nachrichten in einem Datennetzwerk mittels Kommunikationstasks und Routing-Tabellen kann auf einen beliebigen Datenbus angewandt werden und ist auch unabhängig von dem oben beschriebenen System mit Taktleitung ausführbar. In Kombination mit der Taktleitung erlaubt es jedoch die Verwendung eines inhomogenen Datennetzwerkes als Steuereinrichtung, wobei zugleich die Echtzeitfähigkeit der gesamten Steuereinrichtung gewährleistet wird.

Die Erfindung kann folgendermaßen kurz zusammengefasst werden:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Synchronisieren von Aktionen, die über ein lokales, mehrere Mikrokontroll-
ler aufweisendes Datennetzwerk gesteuert werden, und ein
Verfahren zum Senden von Nachrichten über ein solches Da-
5 tennetzwerk.

Die einzelnen Mikrokontroller des Datennetzwerkes weisen
Zähler auf, die über ein gemeinsames Taktsignal synchroni-
siert sind. Anhand der Zählerwerte können alle einzelne
10 Mikrokontroller zu einem exakt bestimmten Zeitpunkt ausge-
führt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Übertragen von Nach-
richten über das Datennetzwerk umfasst eine Kommunikati-
15 onstask, die auf einem jeden Mikrokontroller implementiert
ist und die anhand einer Routing-Tabelle feststellt, mit
welchem Übertragungssystem sie die Nachricht an welchen
benachbarten Mikrokontroller weiterleiten muss. Die Kommu-
nikationstask kann durch weitere Tasks entlastet werden,
20 die z.B. die Vorverarbeitung der Nachrichten übernehmen.

Die Kombination der beiden Verfahren erlaubt die Verwen-
dung eines inhomogenen Datennetzwerkes zur Ausführung von
Steueraufgaben in Echtzeit.

Bezugszeichenliste

	1	Einzelblattdrucker
	2	Papiereingabeschacht
5	3	Transportweg
	4	Druckwerk
	5	Ausgabeschacht
	6	Walzenpaar
	7	Druckwalze
10	8	Farbauftragwalze
	9	Vorratsbehälter
	10	Zufuhrleitung
	11	Ventil
	12	Steuermodul
15	13	Datennetzwerk
	14	zentrale Steuereinrichtung
	15	Verwaltungsbaugruppe
	16	Echtzeitbaugruppe
	17	Steuerbaugruppe
20	18	CAN-Datenbus
	19	Dual-Ported RAM
	20	Speicherbereich
	21	Speicherbereich
	22	Mikrokontrollermodul
25	23	Mikrokontrollermodul
	24	Datenbus
	25	Taktleitung
	26	Verstärker
	27	Taktgeber
30	28	Mikrokontroller
	29	Zähler

Ansprüche

1. Verfahren zum Senden von Nachrichten über ein Daten-
netzwerk, wobei mehrere Mikrokontroller (28) mittels
5 des Datennetzwerkes (13) miteinander verbunden sind,
und zumindest zwischen zwei der Mikrokontroller als
Kommunikationssystem ein Dual-Ported RAM (19) angeord-
net ist, und
 - auf jedem Mikrokontroller ein Betriebssystem ausgeführt
10 wird,
 - auf jedem Mikrokontroller (28) eine Kommunikationstask
ausgeführt wird, die eine Routing-Tabelle enthält, in
der zum Senden von einem Mikrokontroller (28), an dem
die Kommunikationstask ausgeführt wird, dem Sende-
15 Mikrokontroller, zu einem beliebigen weiteren Mikrokon-
troller (28), dem Empfänger-Mikrokontroller, für einen
jeden Empfänger-Mikrokontroller ein zum Übertragen einer
Nachricht geeigneter, zum Sende-Mikrokontroller benach-
barter Mikrokontroller und der Typ des Kommunikations-
20 systems zwischen dem Sende-Mikrokontroller und dem ent-
sprechenden benachbarten Mikrokontroller gespeichert
sind, wobei
 - beim Senden einer Nachricht an einen bestimmten Empfän-
ger-Mikrokontroller aus der Routing-Tabelle der zum Sen-
25 de-Mikrokontroller geeignete benachbarte Mikrokontroller
und das entsprechende Kommunikationssystem ausgelesen
werden und
 - die Nachricht an diesen benachbarten Mikrokontroller ü-
bertragen wird, wobei die Schritte a) und b) am jeweili-
30 gen benachbarten Mikrokontroller wiederholt werden, bis
die Nachricht zum Empfänger-Mikrokontroller übertragen
worden ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
35 ein Datennetzwerk (13) verwendet wird, welches ein in-
homogenes Datennetzwerk (13) verwendet, bei dem Daten

abschnittsweise mit unterschiedlichen Protokollen übertragen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Dual-Ported RAM (19) in zwei Speicherbereiche (20, 21) unterteilt ist, die als Ringpuffer zur Kommunikation zwischen den benachbarten Mikrokontrollern (28) verwendet werden.

10 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass über das Datennetzwerk (13) Aktion synchronisiert gesteuert werden, indem jeder Mikrokontroller (28) einen Zähler (27) mit einem Zählregister aufweist und alle Zähler (27) zumindest beim Hochfahren des Datennetzwerkes (13) synchronisiert werden, indem sie auf einen vorbestimmten Initialwert gesetzt werden, und nach dem Initialisieren mittels einer zu allen Mikrokontroller verzweigten Taktleitung (25) ein einheitliches Taktsignal an alle Mikrokontroller (28) gesandt wird, wobei die Zähler (27) der Mikrokontroller (28) die Takte des Taktsignals zählen, und Aktionen von Steuerbefehlen ausgelöst werden, die über das Datennetzwerk (13) übertragen werden und die ein Zeitsignal in Form eines Zählerwertes enthalten, so dass der Steuerbefehl beim Erreichen dieses Zählerwertes durch den entsprechenden Mikrokontroller (28) ausgeführt wird.

30 5. Verfahren nach Anspruch 4, .

35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass alle Mikrokontroller (28) des Datennetzwerkes (13) in regelmäßigen Intervallen synchronisiert werden, indem das Taktsignal ausgesetzt wird,
alle Zähler (27) dem Mikrokontroller (28) einheitlich auf einen vorbestimmten Wert gesetzt werden, und

das Taktsignal wieder an alle Mikrokontroller (28) gesandt wird.

- 5 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Datennetzwerk ein seriell die Daten übertragendes Netzwerk, das auf einer Zwei-Draht-Leitung basiert, verwendet wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 - 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Taktsignal mit einer Taktrate von 50 - 200 kHz erzeugt wird.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 - 7, dadurch gekennzeichnet, dass zeitlich kritische Informationen, wie zum Beispiel Sensordaten, Fehlermeldungen oder Tracedaten, zum Zeitpunkt ihrer Entstehung mit dem aktuellen Wert des Zählregisters eines der Zähler (27) versehen werden.
- 20 9. Steuereinrichtung, die eine zentrale Steuereinrichtung (14) ein Datennetzwerk (13) und mehrerer über das Datennetzwerk (13) verbundene Mikrokontrollermodule (12, 22, 23) aufweist und die zum Ausführen eines Verfahrens
25 nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 - 8 ausgebildet ist.
- 30 10. Steuereinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines der Mikrokontrollermodule als Steuermodul (12) mit einer Verwaltungsbaugruppe (15) und mit einer Echtzeitbaugruppe (16) ausgebildet ist, die über einen Dual-Ported RAM (19) verbunden sind, und
35 zumindest eine Steuerbaugruppe (17) aufweist, die mehrere Mikrokontroller (28) enthält, wobei die Mikrokontroller (28) der Steuerbaugruppe (17) über einen CAN-Datenbus (18) und die Steuerbaugruppe (17) mit der Echtzeitbaugruppe (16) über einen CAN-Datenbus (18).

verbunden sind.

11. Vorrichtung zum Drucken und/oder Kopieren mit einer
5 Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10.

1/5

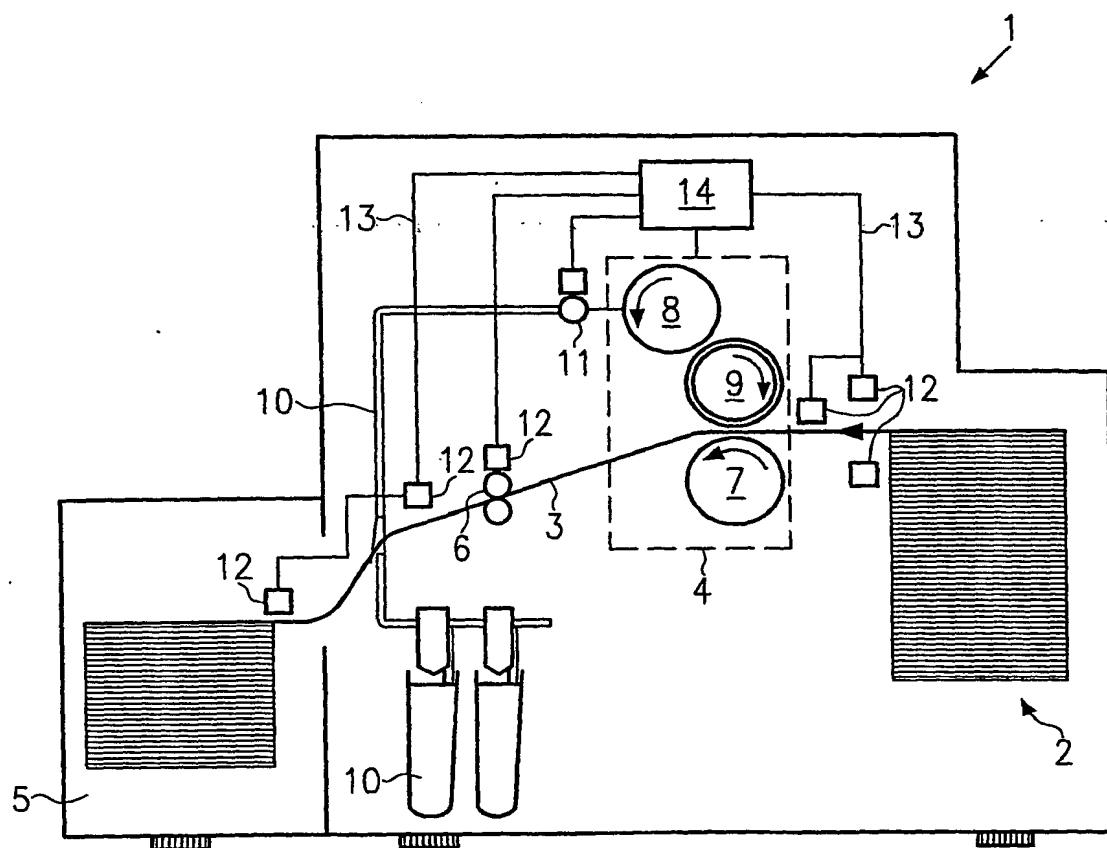


FIG. 1

2/5

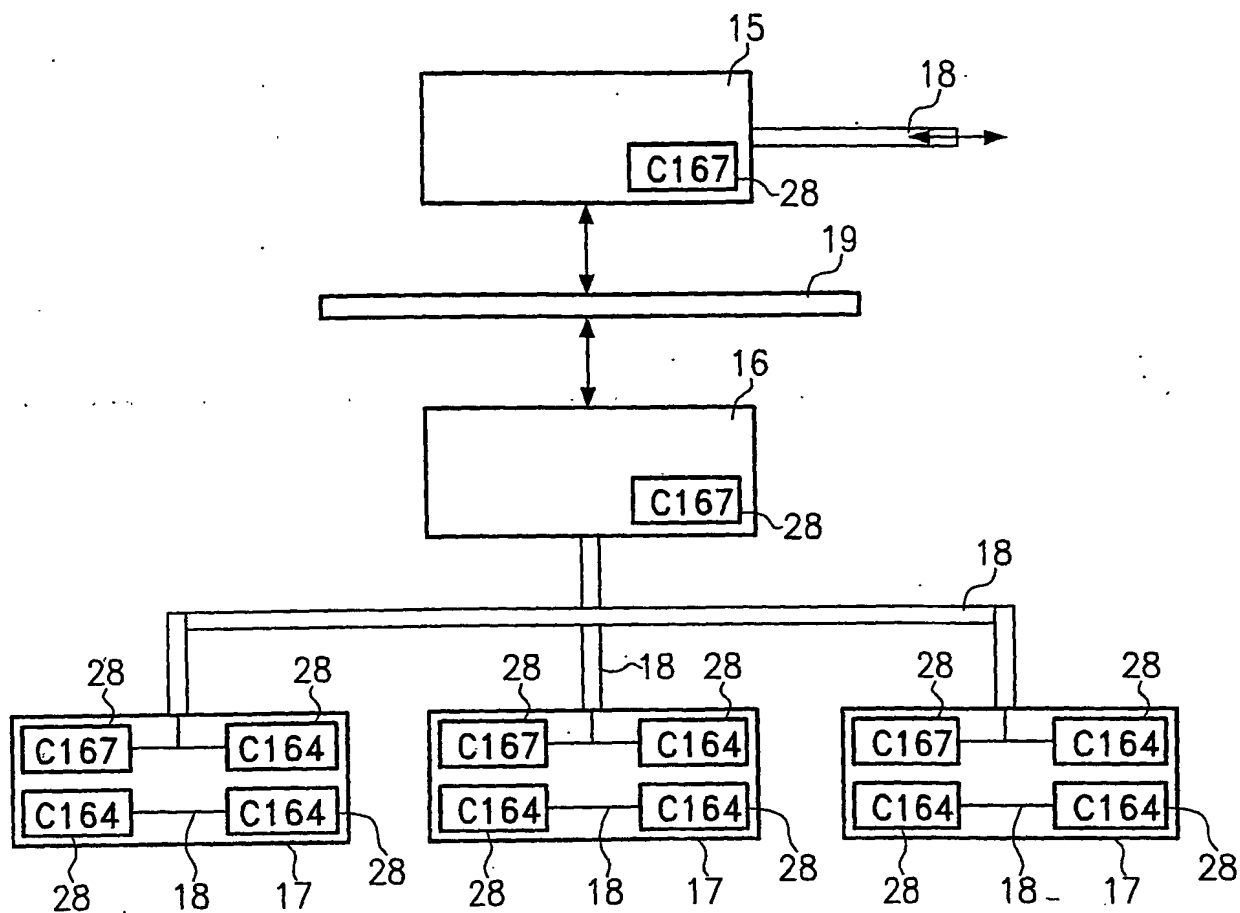


FIG. 2

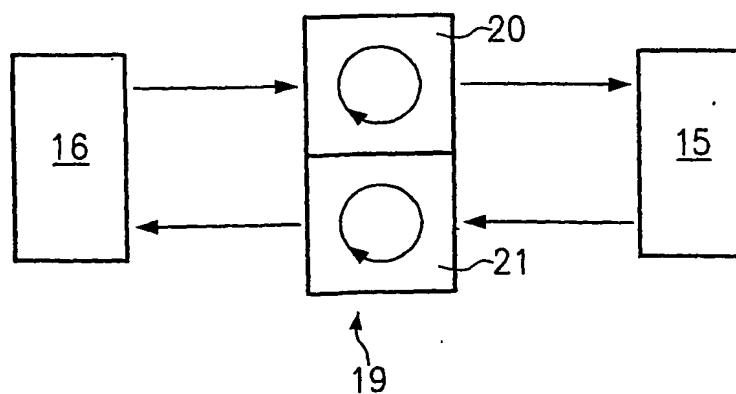


FIG. 3

3/5

FIG. 4

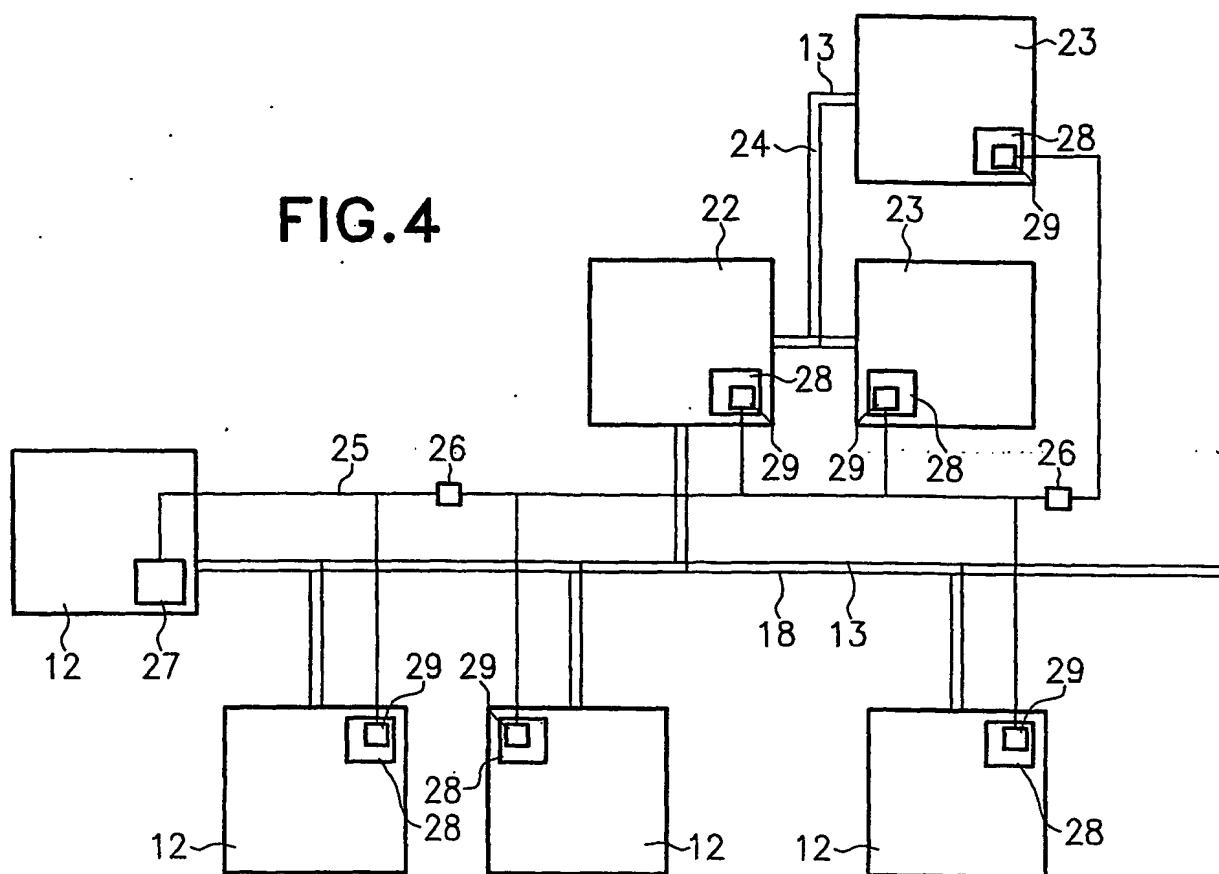
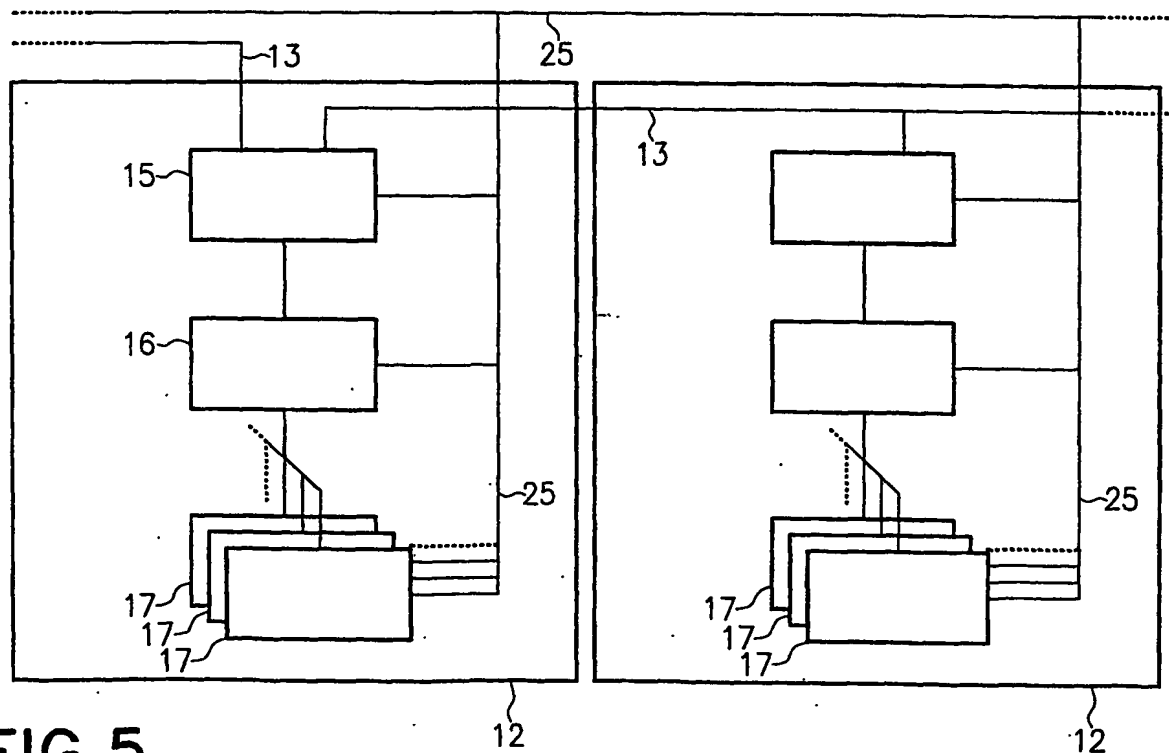


FIG. 5



4/5

PI VW	1	PI SM PCB3 SAT3	20	PI2 SM PCB2 SAT2	39
PI RT	2	PI1 SM PCB1 BM	21	PI2 SM PCB2 SAT3	40
PI1 VW	3	PI1 SM PCB1 SAT1	22	PI2 SM PCB3 BM	41
PI1 RT	4	PI1 SM PCB1 SAT2	23	PI2 SM PCB3 SAT1	42
PI2 VW	5	PI1 SM PCB1 SAT3	24	PI2 SM PCB3 SAT2	43
PI2 RT	6	PI1 SM PCB2 BM	25	PI2 SM PCB3 SAT3	44
PI3 VW	7	PI1 SM PCB2 SAT1	26	PI3 SM PCB1 BM	45
PI3 RT	8	PI1 SM PCB2 SAT2	27	PI3 SM PCB1 SAT1	46
PI SM PCB1 BM	9	PI1 SM PCB2 SAT3	28	PI3 SM PCB1 SAT2	47
PI SM PCB1 SAT1	10	PI1 SM PCB3 BM	29	PI3 SM PCB1 SAT3	48
PI SM PCB1 SAT2	11	PI1 SM PCB3 SAT1	30	PI3 SM PCB2 BM	49
PI SM PCB1 SAT3	12	PI1 SM PCB3 SAT2	31	PI3 SM PCB2 SAT1	50
PI SM PCB2 BM	13	PI1 SM PCB3 SAT3	32	PI3 SM PCB2 SAT2	51
PI SM PCB2 SAT1	14	PI2 SM PCB1 BM	33	PI3 SM PCB2 SAT3	52
PI SM PCB2 SAT2	15	PI2 SM PCB1 SAT1	34	PI3 SM PCB3 BM	53
PI SM PCB2 SAT3	16	PI2 SM PCB1 SAT2	35	PI3 SM PCB3 SAT1	54
PI SM PCB3 BM	17	PI2 SM PCB1 SAT3	36	PI3 SM PCB3 SAT2	55
PI SM PCB3 SAT1	18	PI2 SM PCB2 BM	37	PI3 SM PCB3 SAT3	56
PI SM PCB3 SAT2	19	PI2 SM PCB2 SAT1	38		

FIG.6

5/5

endg. Empfänger Sender	cs_noexist_proc	PI_VW	PI_RT	PI1_VW	PI1_RT
/*cs_noexist_proc*/	{{ 0 , 0 }},	{ 0 , 0 },	{ 0 , 0 },	{ 0 , 0 },	{ 0 , 0 },
/* PI_VW */	{{ 0 , 0 }},	{B_MSG, 0 },	{B_DPR, PI_RT},	{B_CAN, PI1_VW },	{B_CAN, PI1_VW }, ...
/* PI_RT */	{{ 0 , 0 }},	{B_DPR, PI_VW},	{B_MSG, 0 },	{B_DPR, PI_VW },	{B_DPR, PI_VW}, ...
/* PI1_VW */	{{ 0 , 0 }},	{B_CAN, PI_VW },	{B_CAN, PI_VW },	{B_MSG, 0 },	{B_DPR, PI1_RT }, ...
/* PI1_RT */	{{ 0 , 0 }},	{B_DPR, PI1_VW },	{B_DPR, PI1_VW },	{B_DPR, PI1_VW },	{B_MSG, 0 }, ...
/* PI2_VW */	{{ 0 , 0 }},	{B_CAN, PI_VW },	{B_CAN, PI_VW },	{B_CAN, PI1_VW },	{B_CAN, PI1_VW }, ...
/* PI2_RT */	{{ 0 , 0 }},	{B_DPR, PI2_VW },	{B_DPR, PI2_VW },	{B_DPR, PI2_VW },	{B_DPR, PI2_VW }, ...
/* PI3_VW */	{{ 0 , 0 }},	{B_CAN, PI_VW },	{B_CAN, PI_VW },	{B_CAN, PI1_VW },	{B_CAN, PI1_VW }, ...
/* PI3_RT */	{{ 0 , 0 }},	{B_DPR, PI3_VW },	{B_DPR, PI3_VW },	{B_DPR, PI3_VW },	{B_DPR, PI3_VW }, ...
/* PI_SM_PCB1_BM */	{{ 0 , 0 }},	{B_CAN, PI_RT },	{B_CAN, PI_RT },	{B_CAN, PI_RT },	{B_CAN, PI_RT }, ...
/*PI_SM_PCB1_SAT1*/	{{ 0 , 0 }},	{B_CAN, PI_RT },	{B_CAN, PI_RT },	{B_CAN, PI_RT },	{B_CAN, PI_RT }, ...

FIG.7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.